第十章　水 芋

水芋土壤管理與施肥推薦參考資訊

苗栗區農業改良場　蔡正賢

一、適宜栽植風土條件

(一) 主要栽培作物介紹-品種及產地分佈

芋 (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) 屬於天南星科，原生印度，為熱帶地區重要糧食之一，亦為臺灣重要經濟蔬菜作物，具有耐旱、耐濕、耐熱及土壤適應性強等特性。栽培品種以檳榔心芋（佔全臺 90 %）及高雄 1 號為主。芋的植株高大，宿根性強，地上部產生較大的葉片與葉柄，總面積大，屬於需肥量較大的作物。芋適應性很廣，一般耕地、水田、旱田、及山地均可種植。

芋種植方式常見的有旱芋栽培及水芋栽培兩種，臺灣早期係以旱芋生產為主，近二、三十年來，已由栽培管理較易、產量較高、品質較佳的水芋栽培方式取代旱芋栽培。浸水栽培可抑制雜草，降低分蘗數，簡化田間操作。

芋忌連作，輪作可減少線蟲及土壤病害的發生，尤其是和水稻輪作的效果最為顯著。年栽培面積約 2,715 公頃，其中屏東縣佔 25 %，台中市佔 22%，苗栗縣佔 17 %，高雄市佔 10 %，花蓮縣佔 7 %，栽培密度各地區不同，產量差異很大，低產每公頃僅 4 公噸，高產可達 35 公噸，平均每公頃產量約 14 公噸。

(二) 產業介紹

苗栗縣種植芋的區域多集中於公館鄉、銅鑼鄉等區域，種植時間多集中於每年十月底至翌年二月，多以水芋方式種植。然而，亦有以旱作方式栽培芋者，其主要位於後龍鎮，唯其面積較少、分布零星。

(三) 氣候條件

芋性喜高溫多濕的氣候，生長期中溫度需維持於 20℃以上，生長適溫為 25-35℃，低於 15℃時生育緩慢甚至停止，球莖在 27-30℃時發育最佳。生長過程中遇低溫或乾旱則發育不良，植株矮小、葉片細小、葉肉薄、葉色黃綠，嚴重影響產量。

芋耐濕性強，尤其生長旺盛時期，水分不可缺少。葉及葉柄組織內有氣腔，故適宜潮濕地栽培。芋葉柄長、葉片寬大，在生育期間如遇到颱風，容易損傷。芋耐蔭性強，不需太強的陽光，在多雲霧的山區也可栽培，如遇過強的陽光，部份新生葉片即易枯乾或枯死。如土壤水分充足，則忍受空氣乾燥的能力較強。球莖形成以較短的日照為宜。

(四) 土壤條件

芋對土壤的適應範圍較一般作物廣，pH 4.0-9.0 均能生長，而以 pH 5.5-7.0 最為適宜，在有機質含量高、保水力強之壤土或黏質壤土之根群發育良好，產量較高，品質亦較佳；砂質壤土或砂質土如地下水位高且有灌溉設備之土地亦可種植；表土淺薄、

保水力弱、容易乾燥或過於黏重而通氣不良的土壤則不宜栽培。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 養分需求

對養分需求程度若區分為 1-10 等級，等級越高，代表養分需求越高，則氮 (N)、磷 (P)、鉀 (K) 約為 7 等，鈣 (Ca)、鎂 (Mg)為 5 等；微量要素之需求程度約 3 等。

芋生育期可分為四個階段：生長初期、地上部生長旺盛期、球莖快速膨大期、及球莖成熟期。依據農業試驗所研究，第一階段生長期，水芋每株乾物生產量，兩個月內僅增加 6.3 克，並以新葉片生成為主，球莖處於消耗狀態；第二階段生長期，葉面積顯著增加，地上部生長旺盛，每株乾物生產量，三個月內增加 142.6 公克，其中地上部佔 55%，地下球莖佔 45%，以地上部生長為主；第三階段生長期，球莖比例以每個月 10%的速度成長，每株乾物生產量，二個月內增加 202.3 公克，其中 67.6%分配至球莖，球莖快速膨大，而地上部分配比例，大幅減少；第四階段生長期，葉片開始黃化脫落，地上部乾重不增反減，而球莖仍繼續增大。影響產量最主要的時期是第三階段的球莖快速膨大期，此時期的乾物生產量，能否分配至地下球莖，將是導致高產與否的關鍵因素。

初期生長量少，相對的氮肥吸收量少，高濃度反而會產生障礙，能夠滿足其需要量之濃度範圍內即可，沒有必要多施氮肥。第六個月後，球莖開始成熟，生長後期土壤中氮殘留量不宜過剩而影響品質，因此，最後一次追肥施用不可太遲。於生長後期施用過量氮肥，會延遲澱粉累積及球莖發展，促使根群和葉部持續發育，反而造成產量及品質降低。農地磷肥之肥效有限（無明顯肥效或肥效小）者，不須多施磷肥；多數地區施用鉀肥極有效，鉀肥對對球莖肥大及品質極有幫助，由於水芋栽培氮肥用量偏高，應同時加強施用鉀肥。

(二) 營養障礙—過多或缺乏症狀

圖 1、氮缺乏－水耕液中缺氮，黃化徵狀從老葉開始，隨徵狀持續，所有葉片亦黃化。新芽生長受阻，植株變小

圖 2、磷缺乏－水耕液中磷的濃度由左而右漸增，與充足的磷葉片 (右) 相比，缺磷的葉片呈暗紫色

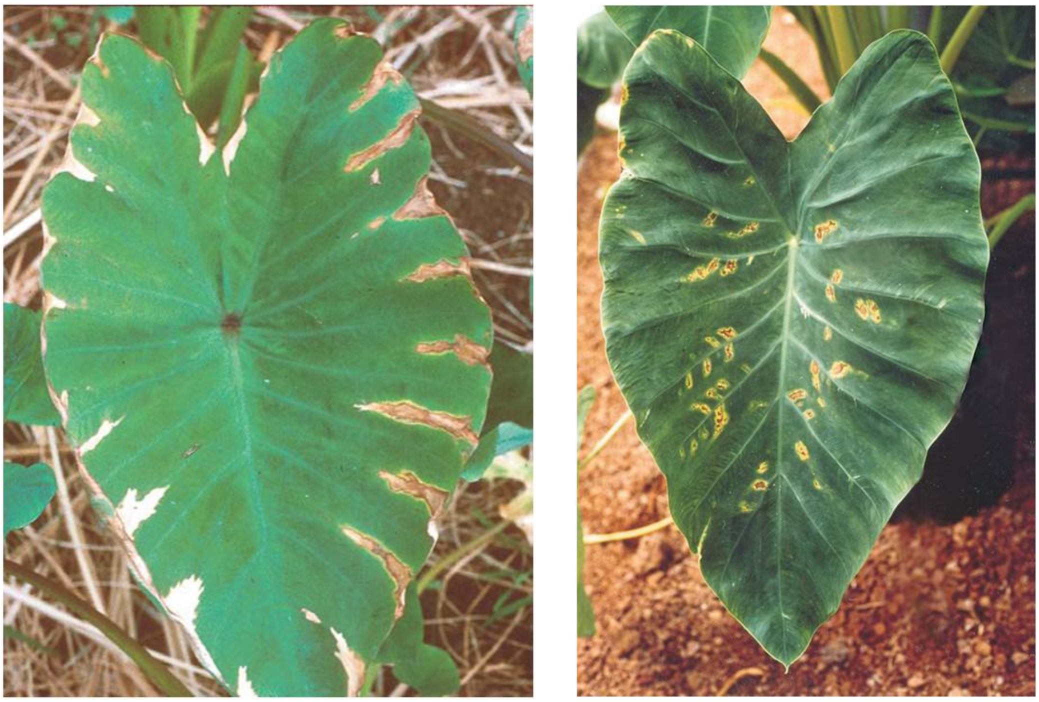


圖 3、鉀缺乏－典型徵狀葉緣焦枯 (左)；或老葉葉脈間出現不規則褐色斑點，隨徵狀持續， 斑點接合，全葉褐化 (右)

圖 4、鈣缺乏－水耕液中鈣的濃度由左而右漸增，缺鈣根部 (左) 生長明顯受阻

圖 5、水耕液中輕微缺鈣，新葉葉脈間黃化

圖 6、水耕液中嚴重缺鈣，新葉捲曲成杯狀，葉脈間及葉緣焦枯

圖 7、鐵缺乏－新葉葉脈間均勻黃白化

圖 8、錳缺乏－開始於新葉，葉脈間黃化

圖 9、錳毒害－葉緣有焦斑，並誘導缺鐵

圖 10、錳毒害－葉緣變形成杯狀，類似缺鈣

圖 11、鎂缺乏－左側 3 個葉片生長在缺鎂水耕液，右側 1 個葉片生長在低鎂水耕液，缺鎂先發生於老葉，葉緣部分開始黃化，而後展延至葉脈間，持續缺鎂時，發生褐變及壞死。

(三) 土壤與葉片採樣方法

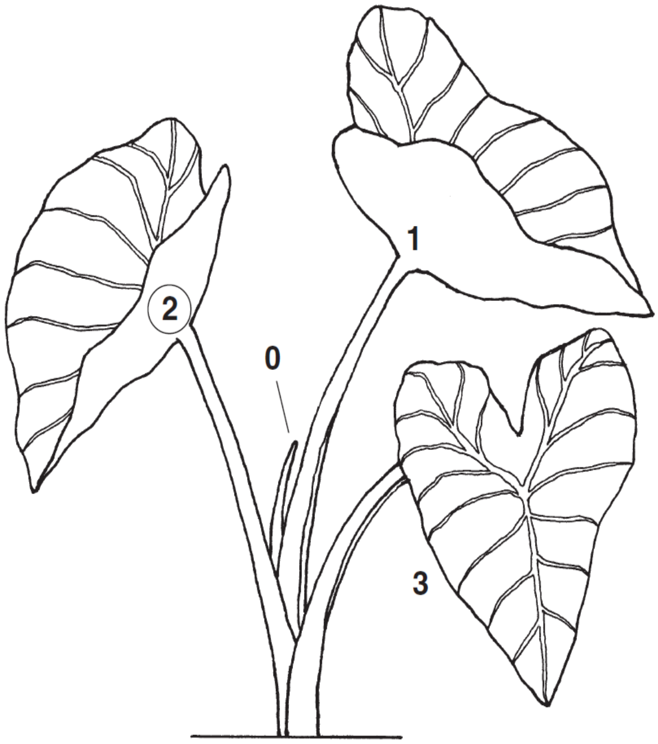


圖 12、芋葉片取樣部位為第 2 號之新成熟葉，取葉片，每樣品三片。

(四) 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

表 1、芋葉片元素營養標準 (Miyasaka et al., 2002)

	氮	磷	鉀	鈣	鎂
			------------------------ g/kg ------------------------		
缺乏	＜40			＜7	＜2
適宜	40-45	3-5	32-5.5	7-15	2-5
毒害					

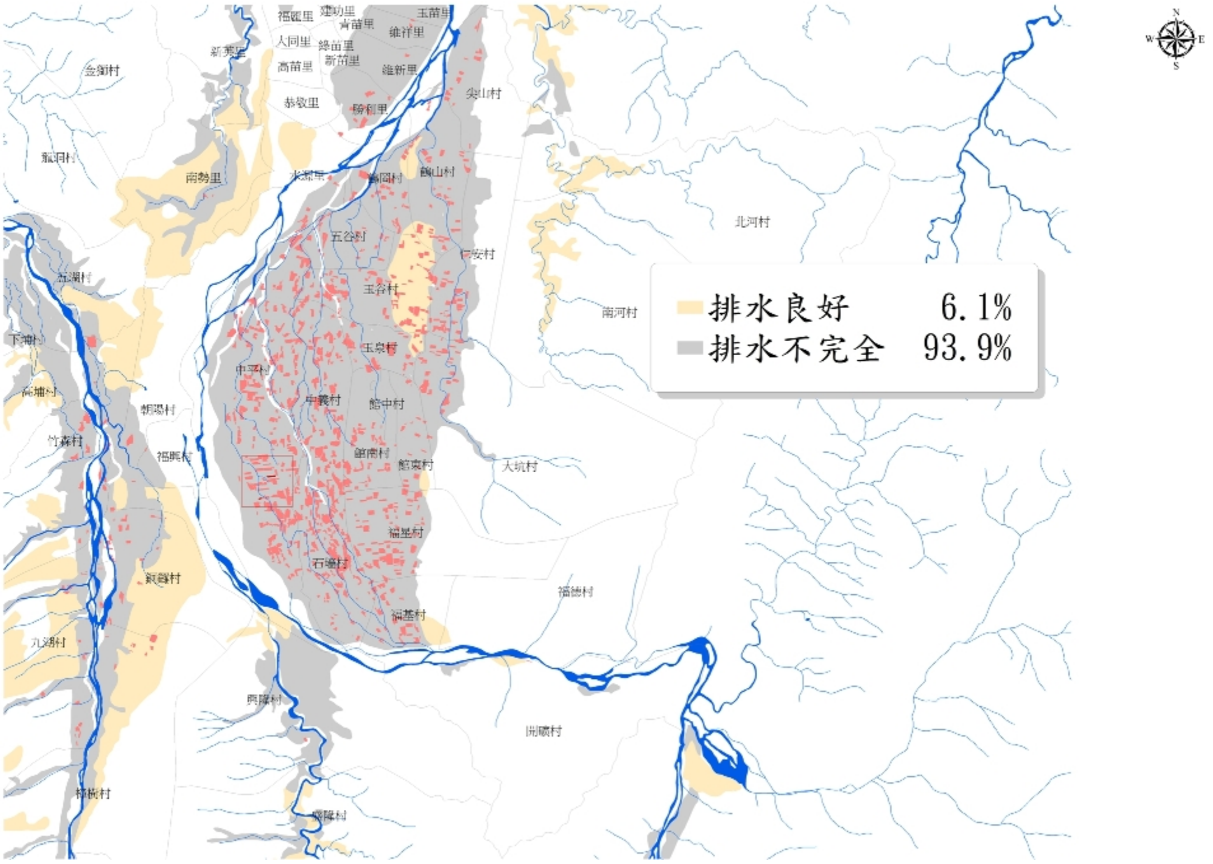
	鐵	錳	銅	鋅	硼
			------------------------ mg/kg ------------------------		
缺乏	<100				
適宜	100-200	50-300	10-20	20-40	20-50
毒害		>2000		>400	

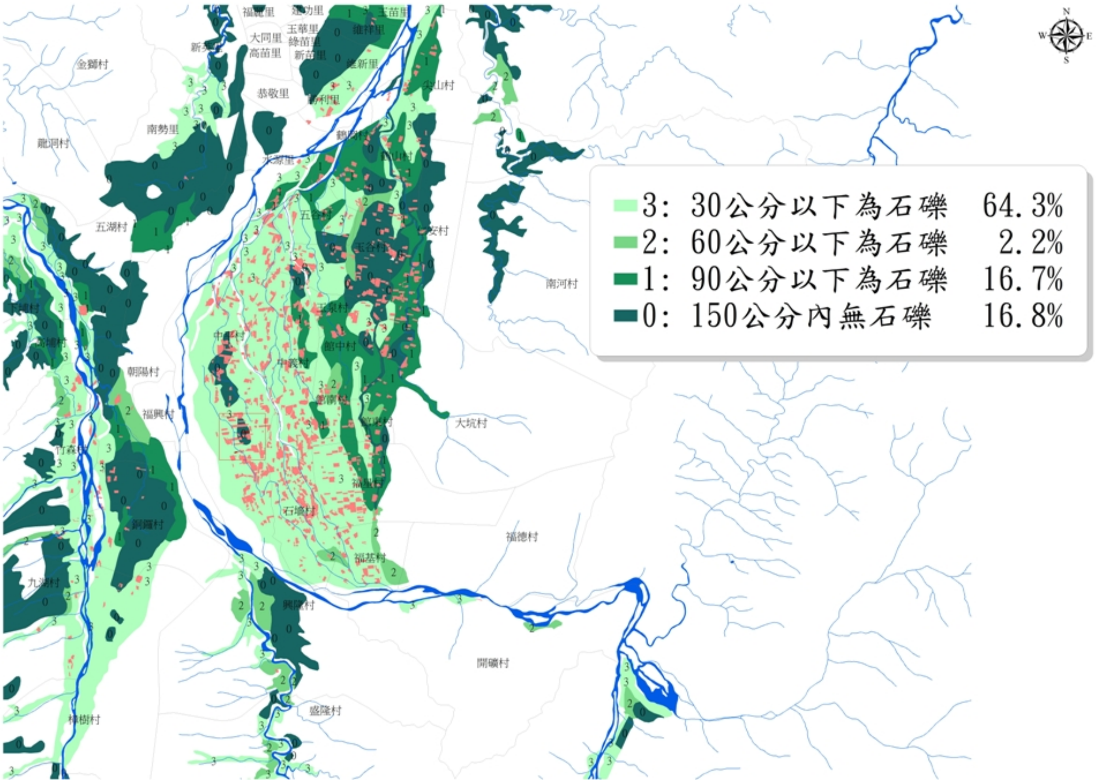
三、土壤管理與施肥推薦

(一) 依據土壤管理組圖提出土壤管理推薦 (包括不同區域土壤性質)

苗栗地區以水芋栽培為主，民國 100 年栽培面積約 483 公頃，主要分布於公館及銅鑼。苗栗地區水芋栽培區絕大多數位於非石灰性淺層排水不完全沖積土，各土壤性質分布比例如下：排水不完全佔 93.9 %，地下水位在 60-120 公分上下變動，根活性低，鉀肥吸收容易受到抑制，施肥量要控制、避免葉片太旺。淺層土佔 65.5 %，屬於舊河床，土層淺，水分及養分易滲漏流失、緩衝力差，肥料承載量低，應少量施用基肥，

並增加追肥次數。表土中至粗質地佔 97.7 %，肥效好、氮釋放較易，氮用量不可過高；其餘中細質地沖積土，保肥力中等以上，肥料承載量較高，追肥次數應可減少。





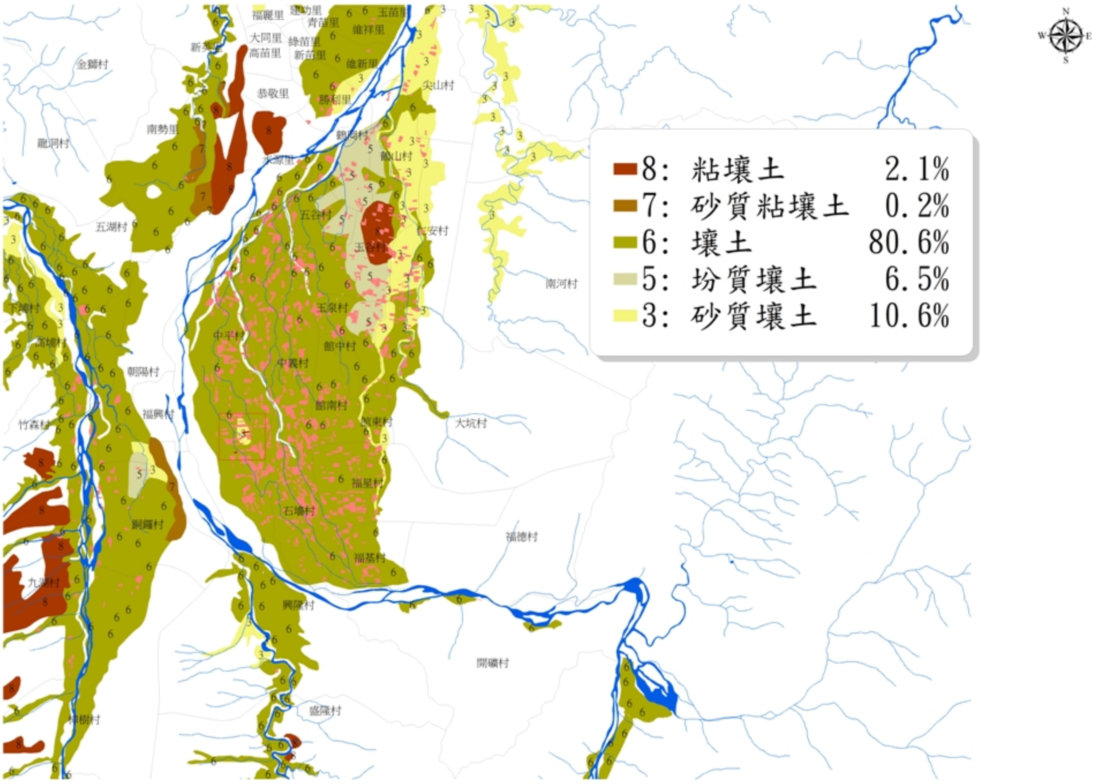


圖 13、苗栗地區芋產地土壤性質，粉紅色坵塊為水芋栽培田
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

(二) 土壤 pH 需求及改良

土壤酸鹼度中酸性至強酸性（pH 5.5-6.5）為宜，土壤越酸，根部生長越不良，應以石灰資材改善土壤酸鹼度。

(三) 質地需求

以壤土或黏質壤土者，較有助於產量及品質；砂質壤土或砂質土者，應有充足水源且表土不可過於淺薄；過於黏重而通氣不良的土壤，不適合水芋栽培。採收母芋為目的者，宜選壤土或黏質壤土；採收子芋為目的者，以沖積土或砂質壤土較適宜。

(四) 土壤有機質含量

以肥沃土壤富含有機質，且土層深厚及保水性佳之壤土為宜。若有機質含量低，宜施用補充有機資材（有機質肥料），以提高土壤有機質含量。

(五) 水分灌溉管理、灌溉頻率及方式

芋生育期應避免乾旱，芋苗定植後生育初期，水面保持 3 - 5 公分淺水，以利幼苗成活及根群發育，後隨植株生長之高度逐漸加深水位至 8-10 公分，以防雜草及減少母芋分櫱發生。生育期間保持田水之流通以增加芋田通氣量，可促進水芋正常發育；通常於淺水時施肥，可方便作業及增加肥效。如果天氣預報近日有大雨，則應延後施肥作業。施肥後三至五天停止灌水，以利發揮肥效及防肥分流失。植後六個月起適度減少田間水量，保持濕潤狀態可促進澱粉轉化累積及提高芋頭之品質，採收前 10-15 天完全斷水以利採收作業及減少球莖品質劣變。

(六) 栽植密度、栽培曆及管理作業

芋苗取自採收後芋田留存之分蘗或購自其他芋農。芋苗之選擇以生長健壯且無病蟲害，高度約 40 公分、鮮重約 150 公克，帶三片本葉者為佳。整地方法與水稻類似，惟芋係根莖類作物其根系較深，耕犂深度需較水田再深約 20 公分以上，於種植前一至二天完成整地作業，並維持 3 - 5 公分之水位，種植前再將田間表面之水排除，以防芋苗倒伏或傾斜。水芋於臺灣可週年種植，依氣候及栽培管理差異致主要產區之種植時期各異，南部地區一般以秋作為主，八至九月種植，隔年四至六月採收；中部地區以春作為主，一至三月種植，八月後採收；苗栗地區則以十月至翌年二月為主，八月後採收。依研究文獻建議各地適宜之栽培密度分別為，南部以 70 x 30 公分之行株距（47,600 株/公頃）、中部以 60 x 60 公分之行株距 （27,600 株／公頃），苗栗地區則以 48 x 48 公分或 46 x 60 公分之行株距（36,000 - 40,000 株／公頃）。

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦 (通用原則性的)

(一) 目標或預期產量：

水芋每 0.1 公頃產量約 400-3,500 公斤，平均值約 1,400 公斤；每 1,000 公斤產量約移去氮 4.3 公斤，磷酐 2.7 公斤，氧化鉀 14.7 公斤，若以 1400-2000 公斤/0.1 公頃為目標產量，且肥料利用率氮、磷酐、氧化鉀分別為 20、20、50 %估算，三要素總施用量應為氮：30-43 公斤/0.1 公頃，磷酐：19-27 公斤/0.1 公頃，氧化鉀 41-59 公斤/0.1 公頃。此數值應考慮土壤性質，例如排水性、土層深淺及有效養分含量等。

1. 氮

   氮肥用量於各生長期，皆有顯著效應，氮肥用量越高，球莖重量亦高，但由於病害嚴重，應考慮以較合理之氮肥施用量較佳，推薦用量 35-50 公斤/ 0.1 公頃。第一階段，生長量低，每三至四週施一次，每次每 0.1 公頃施氮量約 2 - 3 公斤。第二階段，營養生長快速增加，根系大幅展開，每二週施肥一次，每次每 0.1 公頃施氮量，約為 4 - 6 公斤。第三階段，植株大小已固定，大量的光合物質分配至球莖，施氮量宜降低，每個月每 0.1 公頃不超過 3 公斤。第四階段，球莖成熟期，不再施用氮肥，以利乾物轉移至地下球莖，並兼顧球莖品質。

2. 磷酐

   磷酐用量於地上部生長旺盛期即有影響，因此，磷肥應於基肥或生長旺盛期之前施用，推薦用量 20-30 公斤/ 0.1 公頃，可分二次施用。

3. 氧化鉀

   水芋栽培氮肥用量偏高，且淹水導致根活性低，鉀吸收可能受到抑制，應同時加強施用鉀肥。氧化鉀用量於球莖成熟期後影響較明顯，推薦用量 40-60 公斤/ 0.1 公頃。

表 2、水芋三要素推薦量 (公斤/ 0.1 公頃)

要素別	推薦用量
氮	35~50
磷酐	20~30
氧化鉀	40~60

表 3、水芋施肥時期及分配率 (%)

要素別	基肥	生長初期	地上部生長旺盛期	球莖快速膨大期	球莖成熟期	合計
氮	10	10	40	30	10	100
磷酐	70	—	30	—	—	100
氧化鉀	10	10	30	30	20	100

表 4、水芋生長階段施肥次數

	生長初期	地上部生長旺盛期	球莖快速膨大期	球莖成熟期
天數	0-60	60-150	150-210	210-
特徵	生長量低，以新葉片生成為主	葉面積顯著增加，地上部生長旺盛	植株大小已固定，球莖快速膨大	葉片開始黃化脫落，地上部乾重不增反減
施肥次數	1-2	3-4	2-3	1

芋各生育期長短與種植地區、定植季節及當年氣溫有關。推薦追肥次數約 7-10 次，係以淺層沖積土為標準，中質地至中細質地沖積土可酌減 1-2 次。

表 5、水芋施肥時期之三要素推薦用量 (公斤/ 0.1 公頃)

要素別	基 肥	生長初期	地上部生長旺盛期	球莖快速膨大期	球莖成熟期	總 量
氮	3.5-5	3.5-5	14-20	10.5-15	3.5-5	35-50
磷酐	14-21	—	6-9	—	—	20-30
氧化鉀	4-6	4-6	12-18	12-18	8-12	40-60

表 6、水芋施肥時期施用單質肥料用量(公斤/ 0.1 公頃)

肥料別	基 肥	生長初期	地上部生長旺盛期	球莖快速膨大期	球莖成熟期	總 量
尿 素	7.5-11	7.5-11	—	—	—	15- 22
硫 酸 銨	—	—	67- 95	50- 71	17- 24	134- 190
過磷酸鈣	78- 116	—	34- 50	—	—	112- 166
氯 化 鉀	7-10	—	—	—	—	7- 10
硫 酸 鉀	—	8-12	24- 36	24- 36	16- 24	72- 108

(二) 參考實例或範例 (包括各改良場所歷年肥培試驗成果之重點展示)

氮對芋生長初期即有影響，每公頃用量 400-600 公斤產量較高，但是氮肥用量越高，田間罹病率也較高。磷酐用量對水芋莖基寬度於地上部生長旺盛期 (約定植後 60 天) 即有影響，以 200 及 300 公斤/公頃用量者，莖基寬度較大 (表 7)，是否分施則沒有影響。球莖重量以磷酐 300 公斤/公頃用量者為最高 (表 8) 。

表 7、磷酐用量對水芋莖徑之影響 (蔡正賢，2015)

P_2O_5 Rate 磷酐 (公斤/公頃)	Days after planting 種植後日數						
	34	59	79	95	116	145	180
kg ha^{-1}	------------------- Stem width, cm 莖基寬度(公分) ---------------						
0	3.42 a	3.93 b	5.04 b	5.75 b	5.37 b	4.79 a	4.98 c
100	3.30 a	4.10 b	5.15 b	5.63 b	6.16 b	4.84 a	5.59 b
200	3.35 a	4.65 a	6.05 a	6.66 a	7.43 a	5.08 a	7.34 a
300	3.54 a	4.84 a	6.18 a	6.58 a	7.49 a	4.73 a	7.50 a

註：同一行的英文字母相同者，表示差異未達 5%顯著水準（LSD 法）。

表 8、磷酐用量對水芋球莖重之影響 (蔡正賢，2015)

P_2O_5 Rate, kg /ha 磷酐(公斤/公頃)	Weight, g 球莖重(公克)
0	314 d
100	384 c
200	514 b
300	613 a

註：同一行的英文字母相同者，表示差異未達 5%顯著水準（LSD 法）

氧化鉀用量於球莖成熟期後 (約定植後 180 天) 影響較明顯，每公頃用量 450-600 公斤產量較高 (表九)。雖然鉀肥用量 600 公斤/公頃有最高球莖重量，但是由於罹病率高，施肥推薦量仍以 450 公斤/公頃為宜(表九)。

表 9、氧化鉀用量對水芋莖徑之影響 (蔡正賢，2014)

K_2O Rate 氧化鉀 (公斤/公頃)	Days after planting 種植後日數						
	59	93	117	151	179	257	312
150	20.4 ab	26.9 b	56.4 c	56.8 b	59.3 c	45.4 c	46.9 c
300	20.9 a	27.1 a	57.1 bc	60.8 a	58.9 c	44.7 c	48.6 bc
450	20.6 ab	26.7 c	60.9 a	60.9 a	73.2 a	54.0 a	49.4 ab
600	20.0 b	27.0 ab	58.1 b	61.6 a	66.5 b	51.1 b	50.9 a

註：同一行的英文字母相同者，表示差異未達 5%顯著水準（LSD 法）

表 10、水芋不同鉀肥用量下第 81 天疫病發生率及收穫期球莖鮮重(蔡正賢，2014)

氧化鉀用量	疫病發生率	球莖鮮重	產量*
公斤/公頃	%	克	公噸/公頃
150	29 a	363c	9.32
300	19b	381 bc	9.80
450	19 b	472 ab	12.1
600	34 a	516 a	13.3

*芋全國平均公頃產量 14 公噸
同一行的英文字母相同者，表示差異未達 5%顯著水準（LSD 法）。